

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-008145

(43)Date of publication of application : 11.01.2000

(51)Int.CI.

C22C 38/00
C21D 6/00
C22C 38/28

(21)Application number : 10-179178

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 25.06.1998

(72)Inventor : MATSUYAMA HIROYUKI
TARUYA YOSHIO
TSUGE SHINJI(54) FERRITIC STAINLESS STEEL EXCELLENT IN ANTIFUNGAL PROPERTY AND ITS
PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To produce a ferritic stainless steel having antifungal property, toughness and machinability combinedly.

SOLUTION: This ferritic stainless steel is the one in which phases essentially consisting of Cu are exposed to the surface of ferritic stainless steel contg., by mass, $\leq 0.02\%$ C, 0.01 to 0.4% Si, $\leq 1.0\%$ Mn, 0.06 to 0.12% S, 18 to 32% Cr, 1.5 to 4.5% Mo, 1.0 to 3.5% Cu, 0.05 to 0.3% Ti, $\leq 0.2\%$ Al, $\leq 0.02\%$ N, 0 to 0.2% Nb, and the balance substantial Fe.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of
rejection][Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection][Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-8145

(P2000-8145A)

(43) 公開日 平成12年1月11日 (2000.1.11)

| (51) Int.Cl. ¹ | 識別記号 | F I | マーク(参考) |
|---------------------------|------|--------------|---------|
| C 22 C 38/00 | 302 | C 22 C 38/00 | 302Z |
| C 21 D 6/00 | 102 | C 21 D 6/00 | 102E |
| C 22 C 38/28 | | C 22 C 38/28 | |

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全7頁)

| | | | |
|-----------|------------------------|----------|------------------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願平10-179178 | (71) 出願人 | 000002118 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 |
| (22) 出願日 | 平成10年6月25日 (1998.6.25) | (72) 発明者 | 松山 宏之 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住友金属工業株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 柳谷 芳男 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住友金属工業株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 柘植 倩二 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住友金属工業株式会社内 |
| | | (74) 代理人 | 100103481 弁理士 森 道雄 (外1名) |

(54) 【発明の名称】 抗菌性に優れたフェライト系ステンレス鋼およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 抗菌性、韌性および切削性を兼ね備えたフェライト系ステンレス鋼およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 質量%で、C: 0.02%以下、Si: 0.01~0.4%、Mn: 1.0%以下、S: 0.06~0.12%、Cr: 18~32%、Mo: 1.5~4.5%、Cu: 1.0~3.5%、Ti: 0.05~0.3%、Al: 0.2%以下、N: 0.02%以下およびNb: 0~0.2%を含み、残部は実質的にFeからなるフェライト系ステンレス鋼の表面にCu主体の相が露出しているフェライト系ステンレス鋼およびその製造方法。

【特許請求の範囲】

【請求項1】質量%で、C:0.02%以下、Si:0.01~0.4%、Mn:1%以下、S:0.06~0.12%、Cr:18~32%、Mo:1.5~4.5%、Cu:1~3.5%、Al:0.2%以下、N:0.02%以下およびTi:0.05~0.3%とNb:0.01~0.2%の1種または2種を含み、残部はFeおよび不可避的不純物からなるフェライト系ステンレス鋼であって、その表面にCu主体の相が露出していることを特徴とする抗菌性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【請求項2】Cu主体の相が、最大長径が0.1~2μmのCu粒が1個/μm²以上の密度で鋼表面に析出した相であることを特徴とする請求項1に記載の抗菌性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【請求項3】請求項1に記載のフェライト系ステンレス鋼を600℃~900℃の範囲の温度に加熱し、1~20時間保持する熱処理を施すことを特徴とする抗菌性に優れた時計側材用フェライト系ステンレス鋼材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、人体に直接接触する時計側材等の素材として好適なフェライト系ステンレス鋼およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、人体に直接接触する時計側材等の素材として、Niを含まないフェライト系ステンレス鋼が使用されている。Niを含むステンレス鋼材が人体に直接触れると、Niアレルギーが発生する恐れがあるからである。

【0003】人体に直接接触する時計側材等の素材として用いるステンレス鋼には、上記のNiアレルギーの防止に加え、さらに次のようなことが要求される。

【0004】すなわち、鋼材を所定の形状に加工するための切削性、製品に加工した際の韌性、さらに大腸菌等に対する抗菌性を有していることである。

【0005】フェライト系ステンレス鋼に抗菌性を付与した例として、例えば特開平8-60303号公報にはCuを0.01~3重量%含み、表層部に0.1原子%以上のCuを濃化させたフェライト系ステンレス鋼が開示されている。

【0006】また、特開平9-170053号公報にはCuを0.4~3%含み、マトリックス中にCuリッチ相を0.2体積%以上析出させたフェライト系ステンレス鋼が開示されている。

【0007】しかし、これらのフェライト系ステンレス鋼は、切削性や韌性に対する配慮がなされておらず、時計側材等の素材として用いることができない。さらに、表層部にCuを濃化させているために、加工や研磨時に

表層部濃化Cuが削られて、抗菌性が低下するという欠点がある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、抗菌性、韌性および切削性を兼ね備えた従来にはないフェライト系ステンレス鋼およびその製造方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】抗菌性、韌性および切削性に優れたフェライト系ステンレス鋼に係わる本発明の要旨は以下の通りである。

【0010】(1) 質量%で、C:0.02%以下、Si:0.01~0.4%、Mn:1%以下、S:0.06~0.12%、Cr:18~32%、Mo:1.5~4.5%、Cu:1~3.5%、Al:0.2%以下、N:0.02%以下およびTi:0.05~0.3%とNb:0.01~0.2%の1種または2種を含み、残部はFeおよび不可避的不純物からなるフェライト系ステンレス鋼であって、その表面にCu主体の相が露出していることを特徴とする抗菌性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【0011】(2) Cu主体の相が、最大長径が0.1~2μmのCu粒が1個/μm²以上の密度で鋼表面に析出した相である上記(1)記載の抗菌性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【0012】(3) 上記(1)に記載のフェライト系ステンレス鋼を、600℃~900℃の範囲の温度に加熱し、1~20時間保持する熱処理を施す抗菌性に優れた時計側材用フェライト系ステンレス鋼材の製造方法。

【0013】本発明者らは、抗菌性、韌性および切削性を兼ね備えたフェライト系ステンレス鋼を開発するため種々実験、検討した結果、以下のような知見を得た。

【0014】a) 切削性に影響する元素はS、Mn、CrおよびTiであり、SはMn、CrおよびTiと硫化物を形成し、複合化合物となり、切削抵抗を下げる効果があり、また切削形状が断片的となり切削作業性が向上する。

【0015】b) 固溶限を超えている量である1~3.5%のCuを含有させ、所定の熱処理を施して鋼表面にCu主体の相を露出させることにより、優れた抗菌作用を付与することができる。

【0016】c) Cu主体相のCu粒は、最大長径が0.1未満と小さい場合は粒が多数存在していても抗菌効果が小さくなる。最大長径が0.1~2μmのCu粒が1個/μm²以上の密度で鋼表面に析出した相にすると抗菌作用が一層顕著になる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明のフェライト系ステンレス鋼およびその製造方法について詳細に説明する。

なお、化学組成の説明で用いる%表示は、質量%を意味

しているものとする。

【0018】 1) 化学組成

C、N: 各0.02%以下

C、Nは、それぞれ0.02%を超えて多量に含有すると耐食性、韌性を劣化させるので上限を0.02%以下とした。極力低減することが望ましい。

【0019】 Si: 0.01~0.4%

Siは、脱酸剤として用いる元素で、その効果を得るためにには0.01%以上含有させる必要がある。しかし、過剰に含有させると韌性が低下するので、含有量の上限を0.4%とした。

【0020】 Mn: 1%以下

Mnは、脱酸元素として有効な元素である。また、Mnは鋼中のSと反応して硫化物を形成して鋼の切削性を向上させる。Mn含有量は、通常の不純物レベルでもよいが、上記脱酸効果と切削性を確実に得るためにには、0.1%以上含有させるのが望ましい。ただし、1%を超えて含有させると耐食性、韌性および熱間加工性が劣化するので、1%を上限とする。

【0021】 S: 0.06~0.12%

Sは、硫化物を形成して鋼の切削性を向上させる元素である。その効果を得るためにには、0.06%以上含有させる必要がある。一方、Sを0.12%超えて過剰に含有させると熱間脆性や耐食性の劣化の問題が生じるので、含有量の上限は、0.12%とする。望ましい含有量は、0.06~0.08%である。

【0022】 Cr: 1.8~3.2%

Crは、本発明のフェライト系ステンレス鋼の耐食性を確保する上でもっとも重要な元素である。オーステナイト系ステンレス鋼に匹敵する耐食性を得るために含有量を1.8%以上とした。しかし3.2%を超えて含有させると鋼の韌性が低下する。したがって、含有量の上限を3.2%とした。

【0023】 Mo: 1.5~4.5%

Moは、耐食性を改善するために有効な元素である。その効果を得るためにには1.5%以上含有させる必要がある。しかし、4.5%を超えて含有させると韌性が低下する。したがって、含有量の上限を4.5%とした。

【0024】 Cu: 1~3.5%

Cuは、抗菌効果を発現させるために最も重要な合金元素であり、Cu主体の相を鋼表面に露出させて抗菌性を高める。表面のCuからわずかに溶出するCuイオンが、表面に付着した大腸菌、黄色ブドウ球菌などの菌類の成長、増殖を抑制するなどの抗菌効果を発現させる。

【0025】 これらの抗菌効果を発現させるには、Cuは1%を超える含有量が必要である。一方、3.5%を超えて含有させる場合には、製造コストの上昇、熱間圧延での割れ、Cr含有量によっては二相ステンレス鋼になり冷間加工性の低下などの問題が生じる。したがってCuの含有量は1~3.5%とした。

【0026】 Ti: 0.05~0.3%、Nb: 0~0.2%

TiおよびNbは、鋼中のCおよびNと結合して炭窒化物を形成し、結晶粒を微細化して鋼の韌性を改善する元素である。この炭窒化物は、Crの炭窒化物よりも優先的に生成し、Crの炭窒化物の粒界析出による耐粒界腐食性の悪化を防ぐ作用がある。したがって、Ti、Nbの1種または2種含有させる。

【0027】 Tiは、優先的にSと結合して硬い硫化物となる。TiSは、MnやCrの硫化物とともに複合化合物となり、熱間脆性を起こすMnSやCrS等の延性介在物が単独に存在することを防ぐ重要な硫化物である。TiS、MnSやCrS等からなる複合介在物は、延性介在物ではなく、熱間加工時に細切れになる介在物なので熱間脆性を起こさない。これらの効果を得るためにには0.05%以上のTiが必要である。しかし、過剰に含有させるとTiSが過剰に析出して切削性や研磨性が悪化する。したがって、含有量の上限を0.3%とした。望ましい含有量は、0.05~0.12%である。

【0028】 Nbは、上記効果を得るためにには0.01%以上のNbを含有させる必要がある。しかし、0.2%を超えて含有させると鋼の韌性がかえって低下し、研磨性も悪化する。また、C、Nの固定に使われないNbが、Cuの相を形成するための熱処理中にラーベス相などの金属間化合物を形成し、韌性が劣化する。したがって、含有量の上限を0.2%とした。

【0029】 Al: 0.2%以下

Alは、脱酸元素として有効な元素である。鋼中のO、Nを固定することによって鋼の韌性を向上させる。ただし、0.2%を超えて含有せると、かえって韌性を劣化させるのでAlの含有量は0.2%までとする。なお含有量の下限は、不可避的不純物として混入する程度の量でよい。

【0030】 Nb: 0~0.2%

Nbは、必要により含有させる元素で、Tiと同様に鋼中のCおよびNと結合して炭窒化物を形成し、結晶粒を微細化して鋼の韌性を改善する。この炭窒化物は、Crの炭窒化物よりも優先的に生成され、Crの炭窒化物の粒界析出による耐粒界腐食性の悪化を防ぐ作用がある。

【0031】 2) Cu主体の相

後述する所定の熱処理を施すことにより、鋼中に固溶限を超えて含有させているCu原子が、鋼中や鋼表面にランダムに析出し、さらに時間の経過と共に大きく成長する。このCuの析出相を本発明では、「Cu主体の相」と定義する。

【0032】 Cu主体の相は、鋼中に存在するものもあるれば、鋼の表面に露出しているものもある。鋼の表面に露出しているCuの相のCu原子がイオン化して抗菌性を発揮する。本発明鋼が実用に供された場合、空気中の水分などにより、表面に露出しているCuの相からCu

イオンが溶出する。微生物が本発明鋼に接触すると、Cuイオンが拡散して微生物の細胞膜に到達し、タンパク質に吸着される。

【0033】タンパク質に吸着されたCuイオンは、構成成分のSH基のラジカルなどを破壊し、微生物のエネルギー代謝機能を不能にするという抗菌作用を発揮する。

【0034】Cu主体の相のCu粒の大きさや形状は、熱処理温度または熱処理時間によって異なり、低温で短時間の熱処理を施せば、10nm程度以上の粒状となって析出する。高温で長時間の熱処理を施せば、最大長径2μm程度以下の棒状となって析出する。

【0035】Cu主体の相は、最大長径が0.1~2μmの大きさで、鋼の表面に均一に1個/μm²以上の密度で析出しているのが一層の抗菌性を得る上で望ましい。最大長径が0.1μm未満では、充分な抗菌性が得られなく、一方1.5μmを超えた大きさになると耐食性が劣化する。また、最大長径を1.5μmを超えた大きな粒を得るためにには高温で長時間の熱処理を施す必要があり、製造コスト高となる。したがって、Cu粒の最大長径は0.5~1.5μmにするのが好ましい。

【0036】また、Cu主体の相は、Cuのみから構成されるものもあるが、Cuの他に金属間化合物を形成するNi、Ti、Fe、Si、PまたはSを含む相であつてもよい。

【0037】Cu粒の最大長径は、Cu主体の相部から厚さ50μm程度の薄膜試料を採取し、透過電子顕微鏡で観察することにより得られる最大の径である。

【0038】3) 製造方法

本発明のフェライト系ステンレス鋼は、製品の形状に仕上げられた状態で、鋼表面にCu主体の相が露出している。このCu主体の相は、本発明の化学組成のフェライト系ステンレス鋼を600℃~950℃の範囲の温度に加熱し、1~20時間保持することにより得られる。

【0039】熱処理温度が600℃未満では、Cuが析出したとしても、成長してCuの相にはなりにくい。また、非常に微細な析出Cuにより鋼が硬くなり、切削性が劣化する。一方、950℃を超える温度では、一旦析

出したCuが再固溶してしまう。望ましくは、750℃以上、900℃以下の温度で熱処理を施す。1時間未満の熱処理では、Cuが析出したとしても成長してCuの相にはなりにくい。20時間を超える熱処理を行っても、Cuの相の成長がほとんど起こらないので、加熱するエネルギーが無駄になる。

【0040】Cu主体の相のCu粒の大きさや密度は、熱処理の温度と保持時間を調整することにより変えることができる。

【0041】前記した本発明で規定した化学組成のフェライト系ステンレス鋼は、通常の方法で溶製し、鍛造、圧延や押出しのような熱間加工、および熱間加工の後冷間加工して鋼管や鋼板にされ、さらに切削加工やプレス成形により最終製品に仕上げ加工される。また、溶製した後で製品の形状に鋳造したままでもよい。

【0042】製品の状態で表面にCu主体の相を露出させるためには、素材の段階で上記の熱処理を施して切削加工して製品形状にしてもよく、また製品の形状に加工してから熱処理を施してもよい。

【0043】加熱後の冷却については、空冷、水冷などの方法でよいが、冷却速度は速いほうが望ましい。

【0044】熱処理に使用する炉は、通常の加熱炉でよい。熱処理中の雰囲気は、大気中などの酸化性雰囲気またはアルゴンガス中などの非酸化性雰囲気中のいずれでもよい。しかし、ステンレス鋼の表面にCuの相を露出させるためには、酸化スケールを発生させない雰囲気である非酸化性雰囲気中で熱処理をおこなうのが好ましい。

【0045】

【実施例】真空高周波炉で、表1に示す22種の化学組成の鋼を溶解して、各17kgインゴットとし、鍛造後熱間圧延により熱延鋼板に仕上げ、950℃で焼純し、その後Cu主体の相を析出させる熱処理を施して抗菌性、韌性、切削性および耐食性の各試験に供した。

【0046】表1の記号1~7が本発明鋼であり、記号A~Oが比較鋼である。

【0047】

【表1】

表 1

| 記号 | 化 学 組 成 | | | | | | | | | | 区分 | | |
|----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|
| | C | Si | Mn | P | S | Cu | Cr | Mo | Ti | Nb | Al | N | 他元素 |
| 1 | 0.008 | 0.21 | 0.21 | 0.018 | 0.07 | 1.82 | 19.0 | 1.54 | 0.22 | 0.05 | 0.10 | 0.005 | 本発名鋼 |
| 2 | 0.007 | 0.24 | 0.20 | 0.015 | 0.12 | 1.88 | 18.5 | 1.68 | 0.15 | — | 0.08 | 0.004 | |
| 3 | 0.007 | 0.18 | 0.23 | 0.008 | 0.09 | 1.25 | 20.2 | 1.61 | 0.11 | 0.11 | 0.12 | 0.008 | |
| 4 | 0.006 | 0.20 | 0.22 | 0.007 | 0.11 | 1.63 | 19.3 | 2.03 | 0.22 | 0.10 | 0.03 | 0.004 | |
| 5 | 0.005 | 0.18 | 0.18 | 0.005 | 0.09 | 1.65 | 19.8 | 2.32 | 0.18 | 0.12 | 0.02 | 0.004 | |
| 6 | 0.006 | 0.17 | 0.25 | 0.008 | 0.10 | 2.22 | 20.5 | 1.80 | 0.20 | 0.14 | 0.02 | 0.005 | |
| 7 | 0.005 | 0.23 | 0.20 | 0.010 | 0.12 | 3.28 | 20.1 | 2.27 | 0.08 | 0.12 | 0.01 | 0.005 | |
| A | 0.025* | 0.22 | 0.20 | 0.008 | 0.08 | 0.25* | 19.2 | 2.01 | 0.28 | — | 0.02 | 0.007 | |
| B | 0.007 | 0.54* | 0.21 | 0.012 | 0.11 | 0.08* | 18.5 | 1.85 | 0.21 | 0.18 | 0.10 | 0.025* | |
| C | 0.006 | 0.18 | 1.08* | 0.023 | 0.10 | 0.40* | 19.8 | 1.57 | 0.15 | 0.18 | 0.07 | 0.008 | |
| D | 0.006 | 0.22 | 0.22 | 0.020 | 0.18* | 1.88 | 20.3 | 1.88 | 0.17 | 0.14 | 0.04 | 0.007 | 比較鋼 |
| E | 0.008 | 0.20 | 0.20 | 0.021 | 0.01* | 1.50 | 20.0 | 2.11 | 0.20 | 0.18 | 0.05 | 0.004 | |
| F | 0.008 | 0.21 | 0.20 | 0.021 | 0.02* | 0.01* | 18.2 | 2.21 | 0.16 | 0.17 | 0.11 | 0.011 | |
| G | 0.007 | 0.20 | 0.21 | 0.020 | 0.01* | 2.10 | 18.8* | 1.73 | 0.18 | 0.11 | 0.03 | 0.010 | |
| H | 0.006 | 0.22 | 0.21 | 0.020 | 0.01* | 1.80 | 20.0 | 0.93* | 0.27 | 0.17 | 0.02 | 0.008 | |
| I | 0.006 | 0.18 | 0.18 | 0.028 | 0.02* | 1.86 | 21.1 | 4.85* | 0.16 | 0.15 | 0.08 | 0.005 | |
| J | 0.008 | 0.20 | 0.21 | 0.020 | 0.01* | 0.82* | 20.8 | 1.74 | 0.01* | 0.18 | 0.04 | 0.006 | |
| K | 0.008 | 0.18 | 0.20 | 0.021 | 0.08 | 1.86 | 20.0 | 1.85 | 0.39* | 0.16 | 0.10 | 0.010 | |
| L | 0.006 | 0.21 | 0.23 | 0.021 | 0.08 | 1.78 | 20.3 | 1.92 | 0.19 | 0.05* | 0.01 | 0.004 | |
| M | 0.006 | 0.22 | 0.21 | 0.022 | 0.10 | 2.05 | 19.3 | 1.78 | 0.20 | 0.31* | 0.01 | 0.004 | |
| N | 0.008 | 0.18 | 0.18 | 0.020 | 0.09 | 1.81 | 20.6 | 2.05 | 0.15 | 0.12 | 0.24* | 0.005 | |
| O | 0.007 | 0.23 | 0.32 | 0.020 | 0.09 | 1.88 | 21.0 | 2.02 | 0.18 | 0.12 | 0.08 | 0.023* | |

*: 本発明で規定する範囲外を示す。

【0048】(a) 抗菌性試験

上記2種の焼純した熱延鋼板から、縦50mm、横50mmの試験片を各2枚切り出し、Cu主体の相を試験片の表面に露出させるために、大気中において800°Cで12時間の熱処理をおこなった。

【0049】また、記号3の鋼板については多数の試験片を採取し、Cu主体の相を表面に露出させるため、熱処理条件を種々変化させて熱処理を施した。

【0050】800°Cで12時間の熱処理を施した試験片については、熱処理で析出したCu主体の相の密度とCu粒の大きさを測定するために、試験片の表層から薄膜試料を採取し、透過電子顕微鏡観察をおこなった。測定結果を表2に示す。本発明鋼の記号1~7の表面には、0.1~1μmのCuの相が1個/μm²以上の密度で析出していた。一方、Cu量が規定より少ない比較鋼の記号Jには、Cuの相が形成されていたものの、密度は1個/μm²未満であり、記号A~C、Fには、Cuの相が検出されなかった。

30

40

表2

| 記号 | Cuの相の個数(個/μm ²) | 区分 |
|----|-----------------------------|------|
| 1 | 1.85 | 本発名鋼 |
| 2 | 1.57 | |
| 3 | 1.82 | |
| 4 | 1.35 | |
| 5 | 1.41 | |
| 6 | 1.73 | |
| 7 | 1.85 | |
| A | 検出できず | 比較鋼 |
| B | 検出できず | |
| C | 検出できず | |
| D | 1.60 | |
| E | 1.28 | |
| F | 検出できず | |
| G | 1.88 | |
| H | 1.18 | |
| I | 1.50 | |
| J | 0.45 | |
| K | 1.48 | |
| L | 1.51 | |
| M | 1.80 | |
| N | 1.53 | |
| O | 1.55 | |

【0052】800°Cで15時間の熱処理を施した試験片および熱処理温度と時間を種々変えて熱処理した試験片により下記の抗菌性試験を実施した。

【0053】試験に使用した菌は、Escherichia coli IFO 3301(大腸菌)とStaphylococcus aureus(黄色ぶどう球菌)である。2種類の菌をペプトン培地にて増殖した後、滅菌リン酸緩衝生理食塩水で希釈し菌液を調製した。各試験片の表面に上記2種の菌液を1mlずつ塗布

【0051】

【表2】

50

し、25°Cで24時間静置した後、菌液を拭き取り、希釈液中に振り出した。所定量の振り出し液を計測用培地に混ぜし、37°Cで48時間培養を行い、発生した集落数を計測した。

* 【0054】測定結果を表3に示す。

【0055】

【表3】

*

| 記号 | 熱処理 | 試験前菌数: 3.0 × 10 ⁶ | | 区分 |
|----|------|------------------------------|------------------------|------|
| | | 大腸菌 | 黄色ぶどう球菌 | |
| 3 | 600 | 1.0 × 10 ⁴ | 1.0 × 10 ⁴ | 本発明例 |
| | 650 | 4.0 × 10 ³ | 2.0 × 10 ³ | |
| | 700 | 2.0 × 10 ³ | 2.0 × 10 ³ | |
| | 750 | 1.0 | <1.0 × 10 ³ | |
| | 800 | <1.0 × 10 ³ | <1.0 × 10 ³ | |
| | 850 | <1.0 × 10 ³ | <1.0 × 10 ³ | |
| | 900 | 1.0 × 10 ³ | 5.0 × 10 ² | |
| | 500 | >1.0 × 10 ⁶ | >1.0 × 10 ⁶ | 比較例 |
| | 1000 | >1.0 × 10 ⁶ | >1.0 × 10 ⁶ | |
| | 1 | 800 | 12 | |
| 1 | " | " | <10 | 本発明例 |
| 2 | " | " | <10 | |
| 3 | " | " | 2.0 × 10 ³ | |
| 4 | " | " | 2.3 × 10 ³ | |
| 5 | " | " | 1.0 | |
| 6 | " | " | <10 | |
| 7 | " | " | <10 | |
| A | 800 | 12 | >1.0 × 10 ⁶ | 比較例 |
| B | " | " | >1.0 × 10 ⁶ | |
| C | " | " | >1.0 × 10 ⁶ | |
| D | " | " | <10 | |
| E | " | " | 3.5 × 10 ³ | |
| F | " | " | >1.0 × 10 ⁶ | |
| G | " | " | <10 | |
| H | " | " | 3.0 × 10 ³ | |
| I | " | " | <10 | |
| J | " | " | >1.0 × 10 ⁶ | |
| K | " | " | 1.5 × 10 ³ | |
| L | " | " | 2.0 × 10 ³ | |
| M | " | " | <10 | |
| N | " | " | <10 | |
| O | " | " | <10 | |

* : 効果が劣ることを示す。

【0056】同表から明らかなように、本発明例には培養後の発生集落数が40以下で優れた抗菌性を示す。しかし、Cu量が規定より少なく、Cuの相が形成できていない比較鋼の記号A～C、F、Jには、1.0 × 10⁶以上で抗菌効果はなかった。

【0057】また、記号3の熱処理条件を変化させた試験では、本発明の製造方法で規定する熱処理条件を満たしていない試験片は大腸菌および黄色ぶどう球菌とも多く、抗菌効果が認められない。

【0058】(b) 韌性および切削性
記号1～7およびA～Oの焼純した熱延鋼板を800°Cで12時間の熱処理を施してから、長さ55mm×幅10mm×板厚10mmのVノッチを備えた、JIS Z 40

2242に規定のシャルピー衝撃試験片を採取し、韌性を評価した。

【0059】試験結果は表4に示す通りで、常温において衝撃値で50J/cm²以上有する試験片を韌性に優れていると評価した。

【0060】

【表4】

30

| 記号 | 衝撃値 (J/cm ²) | 切削時間 (min) | 区分 |
|----|-----------------------------|---------------|------|
| 1 | 63 | 1.8 | 本発明例 |
| 2 | 60 | 1.0 | |
| 3 | 55 | 1.4 | |
| 4 | 53 | 1.4 | |
| 5 | 51 | 1.3 | |
| 6 | 56 | 1.7 | |
| 7 | 52 | 1.3 | |
| A | 20* | 2.5* | 比較鋼 |
| B | 18* | 1.8 | |
| C | 38 | 1.6 | |
| D | 55 | 1.4 | |
| E | 55 | 2.8* | |
| F | 63 | 2.5* | |
| G | 85 | 2.3* | |
| H | 60 | 2.7* | |
| I | 13* | 3.5* | |
| J | 58 | 2.2* | |
| K | 55 | 3.1* | |
| L | 53 | 1.4 | |
| M | 25* | 1.8 | |
| N | 38* | 1.0 | |
| O | 20* | 1.5 | |

* : 効果が劣ることを示す

/cm²以上で韌性に優れていることが分かる。しかし、韌性を劣化させる元素が本発明で規定する範囲より多い比較鋼の記号A～C、I、M～Oは衝撃値が低く、韌性に劣っている。

【0062】また、切削性の試験は、直径4mmのドリルを使用して、1000 rpm、荷重6kgfの条件下、焼純後800°Cで12時間の熱処理を施した熱延鋼板を合計1000mmを穿孔するまでの時間で評価した。切削時間が20分以下のものを切削性が良好であると評価した。結果を表4に併せて示す。

【0063】本発明鋼の記号1～7は切削時間が20分以内で切削性に優れていた。しかし、切削性を劣化させる元素であるTi、または切削性を向上させる元素であるS、Mnが本発明で規定する範囲からはずれている比較鋼の記号A、E～Kは切削時間が長く、切削性に劣っていることが分かる。

【0064】(c) 耐食性試験

本発明鋼の記号1～7と比較鋼の記号A～Nの焼純した後、800°Cで12時間熱処理した熱延鋼板から塩水噴霧試験片を採取し、JIS Z 2371に準拠して塩水噴霧試験をおこない耐食性を評価した。

【0065】評価結果を表5に示す。

【0066】

【表5】

【0067】本発明鋼の記号1～7は全て良好な耐食性を示しているが、耐食性を劣化させる元素であるC、S、Mn、また、耐食性を向上させる元素であるCr、Mo、Nbが本発明で規定する範囲からはずれている比較鋼の記号A、C、D、G、H、Kは発錆が認められた。本発明鋼は、従来の鋼である比較鋼と比べて、同程度かそれ以上の耐食性を備えていることがわかる。

【0068】

【発明の効果】本発明の製造方法により、抗菌性、韌性および切削性等の諸特性に優れたフェライト系テンレス鋼が得られる。また、Niを含有していないので、人体に直接触れる用途に使用してもNiアレルギーの問題も生じない。

| 記号 | 母材耐食性 ：発錆状況 | 区分 |
|----|----------------|------------------|
| 1 | 良好：なし | 本 発 明 鋼 |
| 2 | 良好：2点 | |
| 3 | 良好：なし | |
| 4 | 良好：なし | |
| 5 | 良好：なし | |
| 6 | 良好：1点 | |
| 7 | 良好：1点 | |
| A | 発錆：17点* | |
| B | 良好：なし | |
| C | 発錆：25点* | |
| D | 発錆：>50点 | |
| E | 良好：なし | |
| F | 良好：なし | |
| G | 発錆：20点* | |
| H | 発錆：18点* | |
| I | 良好：なし | |
| J | 良好：なし | |
| K | 良好：なし | |
| L | 発錆：15点* | |
| M | 良好：なし | |
| N | 良好：なし | |
| O | 良好：なし | |

*：効果が劣ることを示す